



日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

P. 14824-A  
#5 44202  
Priority papers

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日

Date of Application:

2000年 9月 1日

出願番号

Application Number:

特願2000-265776

出願人

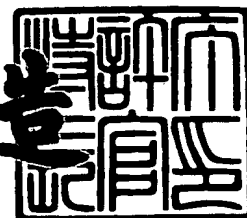
Applicant(s):

日本電信電話株式会社

2001年 8月31日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2001-3077408

【書類名】 特許願

【整理番号】 NTTH125787

【提出日】 平成12年 9月 1日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 H01Q 23/00

【発明者】

    【住所又は居所】 東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日本電信電話株式会社内

    【氏名】 鷹取 泰司

【発明者】

    【住所又は居所】 東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日本電信電話株式会社内

    【氏名】 長 敬三

【発明者】

    【住所又は居所】 東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日本電信電話株式会社内

    【氏名】 西森 健太郎

【発明者】

    【住所又は居所】 東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日本電信電話株式会社内

    【氏名】 堀 俊和

【特許出願人】

    【識別番号】 000004226

    【氏名又は名称】 日本電信電話株式会社

【代理人】

    【識別番号】 100072718

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 古谷 史旺

    【電話番号】 3343-2901

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 013354

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9701422

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 適応アンテナ制御方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 複数のアンテナ素子と、送信対象の 1 系統の信号を分岐して前記複数のアンテナ素子の各々に入力される信号を生成する分配器と、前記複数のアンテナ素子の送信信号に対して素子毎に重み付けを行う重み付け回路とを備える適応アンテナ装置をそれぞれが含む複数の無線基地局と、前記無線基地局との間で通信が可能な複数の端末局とで構成される無線通信システムに利用される適応アンテナ制御方法であって、

各々の端末局の受信に対して、複数の無線基地局の各々からの送信信号が与える干渉波電力をそれぞれ推定し、

同時に同じ通信チャネルを利用する複数の無線基地局の全てに関する受信信号と希望信号との 2 乗誤差の総和が最小化されるように、各々の無線基地局の適応アンテナ装置における重み付けをそれぞれ決定する

ことを特徴とする適応アンテナ制御方法。

【請求項 2】 請求項 1 の適応アンテナ制御方法において、

各々の端末局に対して予め定めた既知信号を複数の無線基地局からそれぞれ送信し、

各々の端末局において、無線基地局毎に実際に受信した受信信号と前記既知信号との相関を調べて無線基地局毎に伝達関数を求め、

前記伝達関数に基づいて前記干渉波電力を推定する

ことを特徴とする適応アンテナ制御方法。

【請求項 3】 請求項 2 の適応アンテナ制御方法において、各々の端末局で求められた前記伝達関数を、有線もしくは無線の通信回線を介して前記複数の無線基地局と接続された集中局に転送し、前記集中局が各無線基地局の適応アンテナ装置における重み付けをそれぞれ決定することを特徴とする適応アンテナ制御方法。

【請求項 4】 請求項 2 の適応アンテナ制御方法において、

それぞれの無線基地局のそれぞれのアンテナ素子について求めた伝達関数と、

送信時の各アンテナ素子に適用される重みとから求められる干渉波電力を、全てのアンテナ素子について合計するとともに、複数の無線基地局のうち目的の信号を送信する局を除く全ての局について合計し、更に複数の端末局について合計した結果を干渉波電力の評価値として利用する

ことを特徴とする適応アンテナ制御方法。

【請求項 5】 請求項 2 の適応アンテナ制御方法において、

$n$  番目の無線基地局の適応アンテナ装置の重み付け回路に与える送信系の重みベクトル  $W_d(n)$  を表す次の第(1)式と、前記適応アンテナ装置によって生じる指向性パターンにより得られる  $m$  番目の端末局の利得  $G(m)$  を表す次の第(2)式とを交互に繰り返し計算し、収束した計算結果の重みベクトル  $W_d(n)$  を各重み付け回路に与える

【数 1】

$$Wd(n) = G(m) \left[ \sum_{k=1}^K G(k)^2 Vd(k,n) Vd(k,n)^H \right]^{-1} Vd(m,n) \quad \dots (1)$$

$$G(m) = \frac{\text{Re} \left[ Wd(n)^H Vd(m,n) \right]}{\sum_{k=1}^N \left[ Wd(k)^H Vd(m,k) Vd(m,k)^H Wd(k) \right] + |\sigma(m)|^2} \quad \dots (2)$$

但し、

 $\sigma(m)$  : m番目の端末局の雑音電力

Re : 実数部

添字H : 複素共役転置

$$Wd(n) = \begin{pmatrix} wd(n,1) \\ wd(n,2) \\ \vdots \\ wd(n,P) \end{pmatrix}$$

 $wd(n,1) \sim wd(n,P)$  : 各アンテナ素子の重み

P : n番目の基地局のアンテナ素子数

 $Vd(m,n)$  : m番目の端末局とn番目の基地局との間の下り通信の伝達関数のベクトル

$$Vd(m,n) = \begin{pmatrix} vd(m,n,1) \\ vd(m,n,2) \\ \vdots \\ vd(m,n,P) \end{pmatrix}$$

 $vd(m,n,1) \sim vd(m,n,P)$  : 各アンテナ素子の伝達関数

N : 基地局数

K : 端末局数

n番目の基地局とm番目の端末局とが通信する場合を想定

ことを特徴とする適応アンテナ制御方法。

【請求項6】 複数のアンテナ素子と、前記複数のアンテナ素子の受信信号に対して素子毎に重み付けを行う重み付け回路と、前記重み付け回路で重み付けされた各アンテナ素子の受信信号を合成する信号合成回路とを備える適応アンテナ装置をそれぞれが含む複数の無線基地局と、前記無線基地局との間で通信が可能な複数の端末局とで構成される無線通信システムに利用される適応アンテナ制

御方法であって、

各々の無線基地局の受信に対して、複数の端末局の各々からの送信信号が与える干渉波電力をそれぞれ推定し、

同時に同じ通信チャネルを使用する複数の端末局の全てに関する受信信号と希望信号との2乗誤差の総和が最小化されるように、少なくとも各々の無線基地局の適応アンテナ装置における重み付け及び各々の端末局の送信電力をそれぞれ決定する

ことを特徴とする適応アンテナ制御方法。

【請求項7】 請求項6の適応アンテナ制御方法において、

予め定めた既知信号を複数の端末局から各々の無線基地局に対してそれぞれ送信し、

各々の無線基地局において、実際に受信した端末局毎の受信信号と前記既知信号との相関を調べて端末局毎に伝達関数を求め、

前記伝達関数に基づいて前記干渉波電力を推定する

ことを特徴とする適応アンテナ制御方法。

【請求項8】 請求項6の適応アンテナ制御方法において、各々の無線基地局が求めた前記伝達関数を、有線もしくは無線の通信回線を介して前記複数の無線基地局と接続された集中局に転送し、前記集中局が各無線基地局の適応アンテナ装置における重み付けをそれぞれ決定することを特徴とする適応アンテナ制御方法。

【請求項9】 請求項7の適応アンテナ制御方法において、

それぞれの無線基地局のそれぞれのアンテナ素子について求めた伝達関数と、受信時の各アンテナ素子に適用される重みとから求められる干渉波電力を、全てのアンテナ素子について合計するとともに、複数の端末局のうち目的の信号を送信する局を除く全ての局について合計し、更に複数の無線基地局について合計した結果を干渉波電力の評価値として利用する

ことを特徴とする適応アンテナ制御方法。

【請求項10】 請求項7の適応アンテナ制御方法において、

n番目の無線基地局の適応アンテナ装置の重み付け回路に与える受信系の重み

ベクトル  $Wu(n)$  を表す次の第(3)式と、 $m$  番目の端末局の送信電力  $Gt(m)$  を表す次の第(4)式とを交互に繰り返し計算し、収束した計算結果の重みベクトル  $Wu(n)$  を各重み付け回路に与える

【数 2】

$$Wu(n) = Gt(m) \left[ \sum_{k=1}^K Gt(k)^2 Vu(k,n) Vu(k,n)^H \right]^{-1} Vu(m,n) \quad \dots (3)$$

$$Gt(m) = \frac{\operatorname{Re} \left[ Wu(n)^H Vu(m,n) \right]}{\sum_{k=1}^N \left[ Wu(k)^H Vu(m,k) Vu(m,k)^H Wu(k) \right] + \left[ Wu(n)^H Wu(n) |\sigma(n)|^2 \right]} \quad \dots (4)$$

但し、

$\sigma(n)$  :  $n$  番目の基地局の各アンテナ素子の入力雑音電力

$Wu(n)$  :  $n$  番目の適応アンテナ受信系の重みベクトル

$\operatorname{Re}$  : 実数部

添字  $H$  : 複素共役転置

$$Wu(n) = \begin{pmatrix} wu(n,1) \\ wu(n,2) \\ \vdots \\ wu(n,P) \end{pmatrix}$$

$wu(n,1) \sim wu(n,P)$  : 各アンテナ素子の重み

$P$  :  $n$  番目の基地局のアンテナ素子数

$Vu(m,n)$  :  $m$  番目の端末局と  $n$  番目の基地局との間の上り通信の伝達関数のベクトル

$$Vu(m,n) = \begin{pmatrix} vu(m,n,1) \\ vu(m,n,2) \\ \vdots \\ vu(m,n,P) \end{pmatrix}$$

$vu(m,n,1) \sim vu(m,n,P)$  : 各アンテナ素子の伝達関数

$N$  : 基地局数

$K$  : 端末局数

$n$  番目の基地局と  $m$  番目の端末局とが通信する場合を想定

ことを特徴とする適応アンテナ制御方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】



## 【発明の属する技術分野】

本発明は、例えば複数の基地局を備える無線通信システムにおいて隣接する基地局からの干渉を抑圧して周波数利用効率を改善するために利用可能な適応アンテナ制御方法に関する。

## 【0002】

## 【従来の技術】

移動体通信システムのように面状のサービスエリアを形成する無線通信システムにおいては、多数の基地局がそれぞれ形成する無線ゾーンを組み合わせて広いサービスエリアを構成している。また、互いに離れた位置に形成された無線ゾーンについては、無線信号として同一の周波数を同時に利用している。これにより、周波数の利用効率を改善することができる。

## 【0003】

各々の無線ゾーンの中で他の無線ゾーンからの干渉を最も小さくするためには、ゾーン形状を六角形にするのが最も効果的である。

例えば、文献（奥村、進士著「移動通信の基礎」P195）に示されるように、六角形のゾーン形状でサービスエリアを構成する場合に、この無線通信システムが必要とする周波数の数Kは次式で表される。

## 【0004】

$$K = (1/3) \times (D/R)^2$$

D：同じ周波数を利用するセル（無線ゾーン）の基地局間距離

R：セルの半径

また、正六角形の場合には（ $D/R > 3$ ）にする必要があるため、周波数の数Kは少なくとも3以上になる。

## 【0005】

このため、従来の一般的な無線通信システムを用いて広いサービスエリアで通信サービスを提供するためには、最低でも3種類の無線周波数を使用する必要がある。

ところで、適応アンテナ装置を採用する場合には、同じ周波数を使用する他の無線ゾーンからの干渉を抑圧することができる。

## 【0006】

例えば、文献 (R. A. Monzingo and T. W. Miller, Introduction to Adaptive Arrays, John Wiley & Sons, Inc. 1980) に示されるような一般的な適応アンテナ装置は、図9のように構成されている。

図9を参照すると、この適応アンテナ装置は、N個のアンテナ素子901(1)～901(N)、重み付け回路902(1)～902(N)、912(1)～912(N)、重み制御装置903、基準信号発生装置904、分波合成器905及び分配器913を備えている。

## 【0007】

重み付け回路902(1)～902(N)及び分波合成器905は受信する際に利用され、重み付け回路912(1)～912(N)及び分配器913は送信の際に利用される。

各重み付け回路902は、各アンテナ素子901からの信号に対して複素数の重み付けを行う。重み制御装置903は各重み付け回路902、912に与える重みの値を制御する。分波合成器905は、各重み付け回路902で重み付けされたN系統の信号を合成した信号を生成する。分配器913は送信する信号をアンテナ素子901の数と等しい系統に分配する。

## 【0008】

ここで、アンテナ素子901(1)～901(N)により受信された信号をそれぞれ $x(1) \sim x(N)$ で表し、重み付け回路902(1)～902(N)における重みの値をそれぞれ $w(1) \sim w(N)$ で表し、希望信号成分を $d$ で表す場合、分波合成器905の出力に得られる受信信号と希望信号成分 $d$ との誤差の2乗を最小にするための重み $W_{opt}$ は次式で与えられる。

【数 3】

$$W_{\text{opt}} = R_{\text{xx}}^{-1} r_{\text{xd}} \quad \dots (5)$$

$$R_{\text{xx}} = E [X^* X^T] \quad \dots (6)$$

$$r_{\text{xd}} = \begin{pmatrix} \overline{x(1) \cdot d^*} \\ \overline{x(2) \cdot d^*} \\ \vdots \\ \overline{x(N) \cdot d^*} \end{pmatrix} \quad \dots (7)$$

$$X = \begin{pmatrix} x(1) \\ x(2) \\ \vdots \\ x(N) \end{pmatrix} \quad W_{\text{opt}} = \begin{pmatrix} w_{\text{opt}}(1) \\ w_{\text{opt}}(2) \\ \vdots \\ w_{\text{opt}}(N) \end{pmatrix} \quad \dots (8)$$

但し、各添字は、\*：共役転置，T：転置

$E[\cdot]$  は期待値

X：入力信号ベクトル

$x(i)$ ：i 番目のアンテナ素子の受信信号

$w_{\text{opt}}(i)$ ：i 番目のアンテナ素子に対する重み

このような重みを生成してアンテナの指向性パターンを制御することにより、指向性パターンには干渉局の方向に対してヌルが形成される。従って、干渉局からの妨害波の影響を抑圧することができる。なお、ヌルとは放射電界又は受信電界強度が0になることを意味する。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】

基地局に適応アンテナ装置を搭載することにより、例えば隣接する無線ゾーンで互いに同じ無線周波数を利用して通信を行う場合であっても、隣接する無線ゾーンから到来する干渉波の影響を抑圧することが可能である。

【0010】

ところが、基地局が適応アンテナ装置を使用する場合に、自局（基地局）から目的の端末局を見た方向と同じ方向に、自局と同じ周波数を使用する他の基地局（干渉局）が存在する場合には、干渉局から到来する干渉波の影響を抑圧しようとしてアンテナの指向性パターンを制御すると、同時に目的の端末局からの信号も抑圧されるため、伝送品質が著しく劣化するのは避けられない。

#### 【0011】

無線通信システムにおいては、限られた周波数資源を有効に利用する必要がある。しかし、前述のように複数の基地局を用いて広い範囲で無線通信サービスを提供する無線通信システムの場合には、隣接するゾーンから当該基地局への干渉ならびに当該基地局から隣接するゾーンへの干渉が存在するため、隣接するゾーンでは同一の周波数を利用することができなかった。

#### 【0012】

適応アンテナ装置を用いる場合には、隣接するゾーンから到来する干渉波を抑圧することが可能であるため、隣接する無線ゾーンで互いに同じ無線周波数を利用することも可能である。

しかし、従来の適応アンテナ装置の制御だけでは干渉の低減能力が不十分であり、特に隣接する基地局のゾーンの方向に目的の端末局が存在する場合には干渉が増大するのは避けられない。

#### 【0013】

本発明は、無線通信システムにおける周波数の利用効率の改善が可能な適応アンテナ制御方法を提供することを目的とする。

#### 【0014】

##### 【課題を解決するための手段】

請求項1は、複数のアンテナ素子と、送信対象の1系統の信号を分岐して前記複数のアンテナ素子の各々に入力される信号を生成する分配器と、前記複数のアンテナ素子の送信信号に対して素子毎に重み付けを行う重み付け回路とを備える適応アンテナ装置をそれぞれが含む複数の無線基地局と、前記無線基地局との間で通信が可能な複数の端末局とで構成される無線通信システムに利用される適応アンテナ制御方法であって、各々の端末局の受信に対して、複数の無線基地局の

各々からの送信信号が与える干渉波電力をそれぞれ推定し、同時に同じ通信チャネルを利用する複数の無線基地局の全てに関する受信信号と希望信号との2乗誤差の総和が最小化されるように、各々の無線基地局の適応アンテナ装置における重み付けをそれぞれ決定することを特徴とする。

【0015】

ここでは、適応アンテナ装置を用いて無線基地局から端末局に向けて（下り回線で）信号を伝送する場合を想定している。複数の無線基地局が同じ通信チャネルを利用して同時に送信を行う場合には、各端末局は目的外の無線基地局から送出された信号によって干渉を受ける。

請求項1においては、複数の無線基地局のそれぞれによって端末局が受ける干渉波電力を総合的に評価して、端末局における受信信号と希望信号との2乗誤差の総和が最小化されるように集中的に制御して、それぞれの無線基地局のアンテナの指向性パターンを決定する。従って、それぞれの無線基地局において適応アンテナ装置を自律的に制御する場合と比べて、端末局における干渉波電力を小さくすることができる。

【0016】

請求項2は、請求項1の適応アンテナ制御方法において、各々の端末局に対して予め定めた既知信号を複数の無線基地局からそれぞれ送信し、各々の端末局において、無線基地局毎に実際に受信した受信信号と前記既知信号との相関を調べて無線基地局毎に伝達関数を求め、前記伝達関数に基づいて前記干渉波電力を推定することを特徴とする。

【0017】

請求項2においては、端末局が各無線基地局から送信される既知信号をそれぞれ受信するので、端末局は自局と各無線基地局との間の伝達関数を求めることができる。

請求項3は、請求項2の適応アンテナ制御方法において、各々の端末局で求められた前記伝達関数を、有線もしくは無線の通信回線を介して前記複数の無線基地局と接続された集中局に転送し、前記集中局が各無線基地局の適応アンテナ装置における重み付けをそれぞれ決定することを特徴とする。

## 【 0 0 1 8 】

請求項3においては、各端末局で求められた伝達関数が集中局に転送されるので、複数の無線基地局の適応アンテナ装置の指向性パターンを集中局で集中的に制御することができる。

請求項4は、請求項2の適応アンテナ制御方法において、それぞれの無線基地局のそれぞれのアンテナ素子について求めた伝達関数と、送信時の各アンテナ素子に適用される重みとから求められる干渉波電力を、全てのアンテナ素子について合計するとともに、複数の無線基地局のうち目的の信号を送信する局を除く全ての局について合計し、更に複数の端末局について合計した結果を干渉波電力の評価値として利用することを特徴とする。

## 【 0 0 1 9 】

請求項4の評価値を用いることにより、各端末局が複数の無線基地局から受ける干渉波電力の大きさを識別することができる。また、複数の端末局が同時に異なる無線基地局と通信する場合には、複数の端末局全体として干渉が小さくなるように制御することができる。例えば、伝送品質の良好な通信経路について無線基地局の送信電力を抑制すれば他の通信経路の端末局に対する干渉を低減することができる。

## 【 0 0 2 0 】

請求項5は、請求項2の適応アンテナ制御方法において、 $n$ 番目の無線基地局の適応アンテナ装置の重み付け回路に与える送信系の重みベクトル $W_d(n)$ を表す次の第(9)式と、前記適応アンテナ装置によって生じる指向性パターンにより得られる $m$ 番目の端末局の利得 $G(m)$ を表す次の第(10)式とを交互に繰り返し計算し、収束した計算結果の重みベクトル $W_d(n)$ を各重み付け回路に与える

【数4】

$$Wd(n) = G(m) \left[ \sum_{k=1}^K G(k)^2 Vd(k,n) Vd(k,n)^H \right]^{-1} Vd(m,n) \quad \dots (9)$$

$$G(m) = \frac{\text{Re} \left( Wd(n)^H Vd(m,n) \right)}{\sum_{k=1}^N \left[ Wd(k)^H Vd(m,k) Vd(m,k)^H Wd(k) \right] + |\sigma(m)|^2} \quad \dots (10)$$

但し、

 $\sigma(m)$  : m番目の端末局の雑音電力

Re : 実数部

添字H : 複素共役転置

$$Wd(n) = \begin{pmatrix} wd(n,1) \\ wd(n,2) \\ \vdots \\ wd(n,P) \end{pmatrix}$$

 $wd(n,1) \sim wd(n,P)$  : 各アンテナ素子の重み

P : n番目の基地局のアンテナ素子数

 $Vd(m,n)$  : m番目の端末局とn番目の基地局との間の下り通信の伝達関数のベクトル

$$Vd(m,n) = \begin{pmatrix} vd(m,n,1) \\ vd(m,n,2) \\ \vdots \\ vd(m,n,P) \end{pmatrix}$$

 $vd(m,n,1) \sim vd(m,n,P)$  : 各アンテナ素子の伝達関数

N : 基地局数

K : 端末局数

n番目の基地局とm番目の端末局とが通信する場合を想定

ことを特徴とする。

【0021】

請求項5においては、第(9)式と第(10)式とを交互に繰り返して計算することにより、各無線基地局の最適な重みベクトルを求めることができる。計算結果が収束したか否かは、例えば伝送品質の最も劣化している通信路における信号対干渉電力比を予め用意した閾値と比較することにより判断できる。

## 【 0 0 2 2 】

請求項 6 は、複数のアンテナ素子と、前記複数のアンテナ素子の受信信号に対して素子毎に重み付けを行う重み付け回路と、前記重み付け回路で重み付けされた各アンテナ素子の受信信号を合成する信号合成回路とを備える適応アンテナ装置をそれぞれが含む複数の無線基地局と、前記無線基地局との間で通信が可能な複数の端末局とで構成される無線通信システムに利用される適応アンテナ制御方法であって、各々の無線基地局の受信に対して、複数の端末局の各々からの送信信号が与える干渉波電力をそれぞれ推定し、同時に同じ通信チャネルを使用する複数の端末局の全てに関する受信信号と希望信号との 2 乗誤差の総和が最小化されるように、少なくとも各々の無線基地局の適応アンテナ装置における重み付け及び各々の端末局の送信電力をそれぞれ決定することを特徴とする。

## 【 0 0 2 3 】

ここでは、複数の端末局から適応アンテナ装置を搭載した無線基地局に向けて（上り回線で）信号を伝送する場合を想定している。複数の端末局が同じ通信チャネルを利用して同時に送信を行う場合には、各無線基地局は目的外の端末局から送出された信号によって干渉を受ける。

請求項 6 においては、複数の端末局のそれぞれによって各無線基地局が受ける干渉波電力を総合的に評価して、無線基地局における受信信号と希望信号との 2 乗誤差の総和が最小化されるように集中的に制御して、それぞれの無線基地局のアンテナの指向性パターン並びに各端末局の送信電力を決定する。

## 【 0 0 2 4 】

適応アンテナ装置の指向性パターンを制御するだけでは多数の端末局からの信号による干渉を低減するのは困難である。しかし、各端末局の送信電力を制御して、端末局の送信電力の組み合わせと、無線基地局におけるアンテナの指向性パターンとを同時に制御することにより、無線基地局における受信信号と希望信号との 2 乗誤差の総和を小さくすることができる。

## 【 0 0 2 5 】

請求項 7 は、請求項 6 の適応アンテナ制御方法において、予め定めた既知信号を複数の端末局から各々の無線基地局に対してそれぞれ送信し、各々の無線基地



局において、実際に受信した端末局毎の受信信号と前記既知信号との相関を調べて端末局毎に伝達関数を求め、前記伝達関数に基づいて前記干渉波電力を推定することを特徴とする。

#### 【 0 0 2 6 】

請求項 7 においては、各無線基地局が複数の端末局から送信される既知信号をそれぞれ受信するので、無線基地局は自局と各端末局との間の伝達関数を求めることができる。

請求項 8 は、請求項 6 の適応アンテナ制御方法において、各々の無線基地局が求めた前記伝達関数を、有線もしくは無線の通信回線を介して前記複数の無線基地局と接続された集中局に転送し、前記集中局が各無線基地局の適応アンテナ装置における重み付けをそれぞれ決定することを特徴とする。

#### 【 0 0 2 7 】

請求項 8 においては、各無線基地局で求められた伝達関数が集中局に転送されるので、複数の無線基地局の適応アンテナ装置の指向性パターン並びに各端末局の送信電力を集中局で集中的に制御することができる。

請求項 9 は、請求項 7 の適応アンテナ制御方法において、それぞれの無線基地局のそれぞれのアンテナ素子について求めた伝達関数と、受信時の各アンテナ素子に適用される重みとから求められる干渉波電力を、全てのアンテナ素子について合計するとともに、複数の端末局のうち目的の信号を送信する局を除く全ての局について合計し、更に複数の無線基地局について合計した結果を干渉波電力の評価値として利用することを特徴とする。

#### 【 0 0 2 8 】

請求項 9 の評価値を用いることにより、各無線基地局が複数の端末局から受ける干渉波電力の大きさを識別することができる。また、互いに隣接する複数の無線基地局が同時に通信している場合に、複数の無線基地局の全体の干渉の大きさが小さくなるように集中的に制御することができる。

請求項 10 は、請求項 7 の適応アンテナ制御方法において、 $n$  番目の無線基地局の適応アンテナ装置の重み付け回路に与える受信系の重みベクトル  $W_u(n)$  を表す次の第(3)式と、 $m$  番目の端末局の送信電力  $G_t(m)$  を表す次の第(4)式とを交互

に繰り返し計算し、収束した計算結果の重みベクトル  $Wu(n)$  を各重み付け回路に与える

【数 5】

$$Wu(n) = Gt(m) \left[ \sum_{k=1}^K Gt(k)^2 Vu(k,n) Vu(k,n)^H \right]^{-1} Vu(m,n) \quad \dots (11)$$

$$Gt(m) = \frac{\operatorname{Re} \left( Wu(n)^H Vu(m,n) \right)}{\sum_{k=1}^N \left[ Wu(k)^H Vu(m,k) Vu(m,k)^H Wu(k) \right] + \left[ Wu(n)^H Wu(n) |\sigma(n)|^2 \right]} \quad \dots (12)$$

但し、

$\sigma(n)$  :  $n$  番目の基地局の各アンテナ素子の入力雑音電力  
 $Wu(n)$  :  $n$  番目の適応アンテナ受信系の重みベクトル  
 $\operatorname{Re}$  : 実数部  
 添字  $H$  : 複素共役転置

$$Wu(n) = \begin{pmatrix} wu(n,1) \\ wu(n,2) \\ \vdots \\ wu(n,P) \end{pmatrix}$$

$wu(n,1) \sim wu(n,P)$  : 各アンテナ素子の重み  
 $P$  :  $n$  番目の基地局のアンテナ素子数  
 $Vu(m,n)$  :  $m$  番目の端末局と  $n$  番目の基地局との間の上り通信の伝達関数のベクトル

$$Vu(m,n) = \begin{pmatrix} vu(m,n,1) \\ vu(m,n,2) \\ \vdots \\ vu(m,n,P) \end{pmatrix}$$

$vu(m,n,1) \sim vu(m,n,P)$  : 各アンテナ素子の伝達関数

$N$  : 基地局数

$K$  : 端末局数

$n$  番目の基地局と  $m$  番目の端末局とが通信する場合を想定

ことを特徴とする。

【0029】

請求項 10 においては、第(11)式と第(12)式とを交互に繰り返し計算することにより、各無線基地局の最適な重みベクトル及び各端末局の送信電力を求めるこ

とができる。計算結果が収束したか否かは、例えば伝送品質の最も劣化している通信路における信号対干渉電力比を予め用意した閾値と比較することにより判断できる。

#### 【 0 0 3 0 】

##### 【発明の実施の形態】

##### （第 1 の実施の形態）

本発明の適応アンテナ制御方法の 1 つの実施の形態について、図 1 ～図 3，図 6 及び図 7 を参照して説明する。この形態は、請求項 1 ～請求項 4 及び請求項 6 ～請求項 9 に対応する。

#### 【 0 0 3 1 】

図 1 はこの形態の下り回線に関する適応アンテナ制御方法の制御シーケンスを示すシーケンス図である。図 2 はこの形態の上り回線に関する適応アンテナ制御方法の制御シーケンスを示すシーケンス図である。図 3 は通信システムの構成例を示すブロック図である。図 6 はこの形態の下り回線の特性を示すグラフである。図 7 はこの形態の上り回線の特性を示すグラフである。

#### 【 0 0 3 2 】

この形態では、図 3 に示すような通信システムの制御に本発明を適用する場合を想定している。すなわち、比較的狭い領域の中に複数の端末局 1 0 1 が存在する。各々の端末局 1 0 1 は複数の基地局 1 0 2 との間で無線通信が可能になっている。すなわち、各端末局 1 0 1 はいずれかの基地局 1 0 2 を中継して他の端末との間で通信を行うことができる。

#### 【 0 0 3 3 】

また、この例では複数の端末局 1 0 1 及び複数の基地局 1 0 2 が同一の通信チャネルを同時に利用し、アンテナの指向性などを利用して空間分割多重伝送を実現する場合を想定している。そのため、それぞれの基地局 1 0 2 には図 9 と基本的に同じ構成の適応アンテナ装置が搭載されている。また、この例ではそれぞれの端末局 1 0 1 が送信電力の調節機能を備えている場合を想定している。

#### 【 0 0 3 4 】

複数の基地局 1 0 2 は、有線のネットワークを介して集中局 1 0 3 と接続され

ている。もちろん、各基地局102と集中局103とを無線のネットワークで接続してもよい。

集中局103は、複数の基地局102ならびに複数の端末局101について集中的に制御を行い、それぞれの基地局102におけるアンテナの指向性パターンを及び各端末局101の送信電力を制御する。

#### 【0035】

図3の例では3つの端末局101と3つの基地局102を制御する場合を示してあるが、端末局101及び基地局102の数は必要に応じて変更すればよい。また、適応アンテナ装置については、複数の基地局102のアンテナ素子数を同一にする必要はない。

基地局102から端末局101に向かう方向の通信に関する下り回線の制御と、端末局101から基地局102に向かう方向の通信に関する上り回線の制御とは独立に実行される。

#### 【0036】

まず、下り回線の制御について図1を参照しながら説明する。この例では、便宜上、基地局102(2)と端末局101(1)との間で通信する場合を想定し、同じ通信チャネルを使用する他の2つの基地局102(1)、102(3)から送信される信号の端末局101(1)の受信に対する干渉を抑制するための制御を行うものとして説明する。

#### 【0037】

図1において、最初に各基地局102(1)、102(2)、102(3)から端末局101(1)に向けて予め定めた既知の信号系列 $S_t$ をそれぞれ送信する。但し、この場合には互いに異なる通信チャネルを利用して信号系列 $S_t$ を送信する。すなわち、周波数、タイミング、拡散符号の少なくとも1つが互いに異なる通信チャネルを使用する。

#### 【0038】

端末局101(1)は、ステップS11で互いに異なる通信チャネルで各基地局102から受信した受信信号と自局が保持している信号系列( $S_t$ )との相関を調べて、伝達関数を推定する。この伝達関数は、各基地局102のアンテナ素子

毎に求める。

なお、伝達関数の推定については、例えば文献 (D. Gerlach and A. Paulraj, Acoustics, Speech and Signal Processing, ICASSP, Vol.4, pp.IV/97-IV100, 1994) に示されている方法を利用すればよい。

#### 【 0 0 3 9 】

端末局 1 0 1 (1) が推定した全ての伝達関数は、この場合は基地局 1 0 2 (2) を経由して集中局 1 0 3 に転送される。

集中局 1 0 3 は、入力された基地局毎の伝達関数に基づいて、端末局 1 0 1 (1) における干渉電力が最小化されるように、基地局 1 0 2 (1), 1 0 2 (2), 1 0 2 (3) のそれぞれにおける適応アンテナ装置の重みベクトルを決定する。

#### 【 0 0 4 0 】

ここで、n 番目の基地局 1 0 2 と m 番目の端末局 1 0 1 とが通信する場合を想定すると、m 番目の端末局 1 0 1 が受ける干渉電力  $U(m)$  は、次式で求めることができる。

#### 【数 6】

$$U(m) = \sum_{\substack{k=1 \\ (k \neq n)}}^N \left| \sum_{j=1}^P w_d(k, j) V_d(m, k, j) \right|^2 \dots (13)$$

$w_d(k, j)$  : 下りのアンテナ素子毎の重み  
 $V_d(m, k, j)$  : 下りのアンテナ素子毎の伝達関数  
 $P$  : アンテナ素子数  
 $N$  : 基地局数

また、複数の端末局 1 0 1 が同時に通信している場合には、全体として干渉が小さくなるのが望ましい。例えば、伝送品質が最も劣化した通信路では基地局 1 0 2 の送信電力を増大させるのが望ましい。また伝送品質の良好な通信路では基地局 1 0 2 の送信電力を抑制しても問題は生じない。

#### 【 0 0 4 1 】

そこで、複数の端末局 1 0 1 が受ける干渉を一括して制御するために、集中局 1 0 3 は下り回線の全体の評価指標  $E_{down}$  を次式から求めて制御を行う。

【数 7】

$$E_{\text{down}} = \sum_{k=1}^K U(k) \quad \dots (14)$$

K : 端末局数

すなわち、集中局 1 0 3 は評価指標  $E_{\text{down}}$  が最小になるような各基地局 1 0 2 の重みベクトルの組み合わせを選択し、干渉による伝送品質の劣化を最小限に抑制する。

【0 0 4 2】

図 1 に示すように、集中局 1 0 3 が決定した重みベクトルは、それぞれの基地局 1 0 2 (1), 1 0 2 (2), 1 0 2 (3) に転送される。

各基地局 1 0 2 (1), 1 0 2 (2), 1 0 2 (3) は、集中局 1 0 3 によって自局に割り当てられた重みベクトルを適応アンテナ装置の重み付け回路 9 1 2 に重みとして与える。これにより、各基地局 1 0 2 (1), 1 0 2 (2), 1 0 2 (3) のアンテナの指向性パターンが決定される。

【0 0 4 3】

図 1 の制御を実施した場合の下り回線の実績について計算機を用いてシミュレーションを実施した。その結果が従来手法との対比で図 6 に示されている。このシミュレーションにおいては、次の条件を想定した。

全ての基地局及び端末局は完全同期であり、基地局及び端末局は周波数、タイミング及び拡散符号が同一の信号を伝送する。

【0 0 4 4】

各基地局が形成するセルの半径 : 2 5 0 m

各基地局の適応アンテナ装置のアンテナ素子数 : 全て 4 素子

アンテナ素子の配置 : 円形配列

各アンテナ素子の指向性 : 水平面内で無指向性

アンテナ素子の間隔 : 0. 5  $\lambda$

遅延プロファイル : 指数モデル

遅延スプレッド : 0. 1 シンボル長

基地局数：36

端末局数：36

各到来波の角度拡がり：120度

従来手法については、例えば文献 (R. A. Monzingo and T. W. Miller, Introduction to Adaptive Arrays, John Wiley & Sons Inc. 1980) に示されるように、各基地局ごとに個別に適応アンテナ装置の制御を行った場合を想定している。

#### 【0045】

また、ここでは端末局の配置をランダムに100回変化させ、伝送品質の最も劣化した端末局の伝送品質の累積確率の50%値について評価した。更に、1つの端末局は3つの基地局との間でそれぞれ伝達関数の推定を行うものとし、本発明のアルゴリズムでの重み更新回数は100とした。

図6において、縦軸の10dBの特性について基地局間距離を対比すると、従来の自律分散制御では基地局間距離が600mであるのに対し、本発明では400mになり約2/3以下に短縮できることが分かる。

#### 【0046】

つまり、複数の基地局の適応アンテナ装置を一括制御することにより、伝送品質が著しく劣化する通信路の伝送品質が改善され、下り回線における干渉をシステム全体として低減することができる。

次に、上り回線の制御について図2を参照しながら説明する。この例では、便宜上、基地局102(1)と端末局101(1)との間で通信する場合を想定し、同じ通信チャネルを使用する他の端末局101(2)、101(3)から送信される信号の基地局102(1)の受信に対する干渉を抑制するとともに、複数の基地局102(1)、102(2)、102(3)の全てについて干渉を低減するための制御を行うものとして説明する。

#### 【0047】

なお、図2には端末局101(2)、101(3)は示されていないが、端末局101(2)、101(3)は端末局101(1)と同様の動作を行う。

図2において、最初に端末局101(1)は各基地局102(1)、102(2)、1

0 2 (3)に向けて予め定めた既知の信号系列  $S_t$  をそれぞれ送信する。但し、この場合には互いに異なる通信チャネルを利用して信号系列  $S_t$  を送信する。すなわち、周波数、タイミング、拡散符号の少なくとも1つが互いに異なる通信チャネルを使用する。

【0 0 4 8】

各基地局 1 0 2 (1), 1 0 2 (2), 1 0 2 (3)は、それぞれステップ  $S_{31}$  で端末局 1 0 1 (1)から受信した受信信号と自局が保持している信号系列 ( $S_t$ ) との相関を調べて、伝達関数を推定する。この伝達関数は、各基地局 1 0 2 のアンテナ素子毎に求める。

また、各基地局 1 0 2 (1), 1 0 2 (2), 1 0 2 (3)は、複数の端末局 1 0 1 (1), 1 0 1 (2), 1 0 1 (3)のそれぞれについて伝達関数を個別に推定する。

【0 0 4 9】

なお、伝達関数の推定については、例えば文献 (D. Gerlach and A. Paulraj, Acoustics, Speech and Signal Processing, ICASSP, Vol.4, pp.IV/97-IV100, 1994) に示されている方法を利用すればよい。

各基地局 1 0 2 (1), 1 0 2 (2), 1 0 2 (3)が推定した全ての伝達関数は、集中局 1 0 3 に転送される。

【0 0 5 0】

集中局 1 0 3 は、アンテナ素子毎、基地局毎、端末局毎に入力される伝達関数に基づいて、基地局 1 0 2 (1), 1 0 2 (2), 1 0 2 (3)の全体の干渉電力が最小化されるように、基地局 1 0 2 (1), 1 0 2 (2), 1 0 2 (3)のそれぞれにおける適応アンテナ装置の重みベクトル並びに端末局 1 0 1 (1), 1 0 1 (2), 1 0 1 (3)の送信電力を決定する。

【0 0 5 1】

ここで、 $n$  番目の基地局 1 0 2 と  $m$  番目の端末局 1 0 1 とが通信する場合を想定すると、 $m$  番目の端末局 1 0 1 以外の複数の端末局 1 0 1 から  $n$  番目の基地局 1 0 2 が受ける干渉電力  $U(n)$  は、次式で求めることができる。



【数 8】

$$U(n) = \sum_{\substack{k=1 \\ (k \neq n)}}^K \left| \sum_{j=1}^P wu(k, j) Vu(m, k, j) \right|^2 \quad \dots (15)$$

$wu(k, j)$  : 上りのアンテナ素子毎の重み  
 $Vu(m, k, j)$  : 上りのアンテナ素子毎の伝達関数  
 $P$  : アンテナ素子数  
 $K$  : 端末局数

また、複数の基地局 102 が同時に通信している場合には、全体として干渉が小さくなるのが望ましい。例えば、基地局 102 (1) における干渉電力が小さい場合でも、基地局 102 (2) における干渉電力が大きければ通信システム全体としては伝送品質の劣化が生じてしまうので、改善の余地がある。従って、伝送品質が最も劣化した通信路では端末局 101 の送信電力を増大させるのが望ましい。また伝送品質の良好な通信路では端末局 101 の送信電力を抑制しても問題は生じない。

【0052】

そこで、複数の基地局 102 が受ける干渉を一括して制御するために、集中局 103 は上り回線の全体の評価指標  $E_{up}$  を次式から求めて制御を行う。

【数 9】

$$E_{up} = \sum_{k=1}^N U(k) \quad \dots (16)$$

$N$  : 基地局数

すなわち、集中局 103 は評価指標  $E_{up}$  が最小になるような各基地局 102 の重みベクトルの組み合わせ並びに各端末局 101 の送信電力の組み合わせを選択し、干渉による伝送品質の劣化を最小限に抑制する。

【0053】

図 2 に示すように、集中局 103 が決定した重みベクトルは、それぞれの基地局 102 (1), 102 (2), 102 (3) に転送される。また、集中局 103 が決定した送信電力の値は、基地局 102 を介して各端末局 101 に転送される。

各基地局 1 0 2 (1), 1 0 2 (2), 1 0 2 (3)は、集中局 1 0 3 によって自局に割り当てられた重みベクトルを適応アンテナ装置の重み付け回路 9 1 2 に重みとして与える。これにより、各基地局 1 0 2 (1), 1 0 2 (2), 1 0 2 (3)のアンテナの指向性パターンが決定される。また、各端末局 1 0 1 は集中局 1 0 3 の制御により割り当てられた送信電力に合わせて自局の送信電力を調整する。

【 0 0 5 4 】

図 2 の制御を実施した場合の上り回線の特性について計算機を用いてシミュレーションを実施した。その結果が従来手法との対比で図 7 に示されている。このシミュレーションにおいては、次の条件を想定した。

全ての基地局及び端末局は完全同期であり、基地局及び端末局は周波数、タイミング及び拡散符号が同一の信号を伝送する。

【 0 0 5 5 】

各基地局が形成するセルの半径： 2 5 0 m

各基地局の適応アンテナ装置のアンテナ素子数：全て 4 素子

アンテナ素子の配置：円形配列

各アンテナ素子の指向性：水平面内で無指向性

アンテナ素子の間隔： 0 . 5  $\lambda$

遅延プロファイル：指数モデル

遅延スプレッド： 0 . 1 シンボル長

基地局数： 3 6

端末局数： 3 6

各到来波の角度拡がり： 1 2 0 度

従来手法については、各基地局ごとに個別に適応アンテナ装置の制御を行うとともに、基地局における受信レベルが一定値になるように各端末局が送信電力を制御する場合を想定している。

【 0 0 5 6 】

また、ここでは端末局の配置をランダムに 1 0 0 回変化させ、伝送品質の最も劣化した端末局の伝送品質の累積確率の 5 0 % 値について評価した。更に、1 つの端末局は 3 つの基地局との間でそれぞれ伝達関数の推定を行うものとし、本発

明のアルゴリズムでの重み更新回数は100とした。

図7において、縦軸の10dBの特性について基地局間距離を対比すると、従来の自律分散制御では基地局間距離が600mであるのに対し、本発明では400mになり約2/3以下に短縮できることが分かる。

【0057】

つまり、複数の基地局の適応アンテナ装置を一括制御することにより、下り回線の場合と同様に伝送品質が著しく劣化する通信路の伝送品質が改善され、上り回線における干渉をシステム全体として低減することができる。

(第2の実施の形態)

本発明の適応アンテナ制御方法のもう1つの実施の形態について図4、図5及び図8を参照して説明する。この形態は、請求項5及び請求項10に対応する。

【0058】

図4はこの形態の下り回線に関する集中局の制御を示すフローチャートである。図5はこの形態の上り回線に関する集中局の制御を示すフローチャートである。図8はこの形態の特性を示すグラフである。

この形態は、第1の実施の形態の変形例である。集中局103における制御の内容が図4及び図5に示すように変更された以外は第1の実施の形態と同一である。第1の実施の形態と同一の部分については以下の説明を省略する。

【0059】

まず、下り回線の制御について図4を参照して説明する。

図1の場合と同様に、端末局101(1)で推定された伝達関数が基地局102を介して集中局103に入力される。この伝達関数に基づいて集中局103は各基地局102のアンテナの下りの指向性パターンを決定する。

制御に必要な伝達関数が入力されると、集中局103の処理はステップS21からS22に進む。ステップS22では、基地局102毎に一般的な従来の適応アンテナ装置の制御アルゴリズム(例えばR. A. Monzingo and T. W. Miller, Introduction to Adaptive Arrays, John Wiley & Sons Inc. 1980)を適用し、基地局102毎に自律分散制御した場合の適応アンテナ装置の下りの重みベクトルを求める。

## 【0060】

次のステップS23では、S22で得られた重みベクトルを初期値として前記第(9)式の重みベクトル $W_d(n)$ に代入する。

次のステップS24では、前記第(10)式の利得 $G(m)$ を計算する。この利得 $G(m)$ を利用して、次のステップS25では前記第(9)式の重みベクトル $W_d(n)$ を再計算する。

## 【0061】

演算結果が収束するまで、ステップS24、S25の計算は交互に繰り返し実行される。ステップS26では演算結果が収束したか否かを識別する。この判断については、例えば伝送品質の最も劣化している通信路における信号対干渉電力比を予め定めた閾値と比較すればよい。すなわち、最も劣化した通信路の伝送品質が下限値を上回った場合には収束したとみなすことができる。

## 【0062】

演算結果が収束すると、ステップS26からS27に進み、最終的に求められた演算結果である重みベクトル $W_d(n)$ をそれぞれの基地局102に向けて送信する。

## 【0063】

従って、この形態においても複数の基地局102のそれぞれのアンテナの指向性パターンを一括して制御することができる。

図4の制御を実行する場合の演算結果の収束特性について、計算機を用いたシミュレーションを行った。その結果が図8に示されている。このシミュレーションにおいては、次の条件を想定した。

## 【0064】

基地局数：2

端末数：2

基地局間距離：500m

また、ここでは伝達関数は誤差なく推定できるものと仮定した。図8を参照すると、図4の制御は発散せずに、100回程度の更新で収束することが分かる。また、図4の制御を採用した場合の干渉特性についてシミュレーションを実施し

た。その結果、図6と完全に一致する結果が得られた。

【0065】

すなわち、図4の制御を実施する場合にも、第1の実施の形態と同様に複数の通信路での干渉電力の総和が最小化されるように、下り回線の各基地局の指向性パターンを一括して決定することができる。

次に、上り回線の制御について図5を参照して説明する。

図2の場合と同様に、各基地局102で推定された伝達関数が集中局103に入力される。この伝達関数に基づいて集中局103は各基地局102のアンテナの下りの指向性パターン並びに各端末局101の送信電力を決定する。

【0066】

制御に必要な伝達関数が入力されると、集中局103の処理はステップS41からS42に進む。ステップS42では、基地局102毎に一般的な従来の適応アンテナ装置の制御アルゴリズム（例えばR. A. Monzingo and T. W. Miller, Introduction to Adaptive Arrays, John Wiley & Sons Inc. 1980）を適用し、基地局102毎に自律分散制御した場合の適応アンテナ装置の上りの重みベクトルを求める。

【0067】

次のステップS43では、S42で得られた重みベクトルを初期値として前記第(11)式の重みベクトル $W_u(n)$ に代入する。

次のステップS44では、前記第(12)式の送信電力 $G_t(m)$ を計算する。この送信電力 $G_t(m)$ を利用して、次のステップS45では前記第(11)式の重みベクトル $W_u(n)$ を再計算する。

【0068】

演算結果が収束するまで、ステップS44、S45の計算は交互に繰り返し実行される。ステップS46では演算結果が収束したか否かを識別する。この判断については、例えば伝送品質の最も劣化している通信路における信号対干渉電力比を予め定めた閾値と比較すればよい。すなわち、最も劣化した通信路の伝送品質が下限値を上回った場合には収束したとみなすことができる。

【0069】

演算結果が収束すると、ステップ S 4 6 から S 4 7 に進み、最終的に求められた演算結果である重みベクトル  $W_u(n)$  をそれぞれの基地局 1 0 2 に向けて送信する。また、最終的に求められた演算結果である送信電力  $G_t(m)$  を各端末局 1 0 1 に送信する。

従って、この形態においても複数の基地局 1 0 2 のそれぞれのアンテナの上りの指向性パターン及び複数の端末局 1 0 1 の送信電力を一括して制御することができる。

#### 【0070】

図 5 の制御を実行する場合の演算結果の収束特性について、計算機を用いたシミュレーションを行った。その結果は図 8 と同一であった。

すなわち、図 5 の制御を実施する場合にも、第 1 の実施の形態と同様に複数の通信路での干渉電力の総和が最小化されるように、上り回線の各基地局の指向性パターン及び各端末局の送信電力を一括して決定することができる。

#### 【0071】

##### 【発明の効果】

以上述べたとおり本発明では、干渉低減能力を持つ複数の適応アンテナ装置を一括制御し、下り回線においては各端末局での干渉電力の総和を、上り通信においては各基地局での干渉電力の総和を最小化するように制御するので、上り通信及び下り通信のいずれについてもシステム全体としての干渉の低減を実現することができる。

#### 【0072】

従って、従来の適応アンテナ装置と比べて同一周波数を利用する基地局間の距離の短縮が可能になる。すなわち、周波数利用効率の改善が実現され、広い周波数帯域が必要となる高速無線通信システムを限られた帯域内で実現できる。

#### 【図面の簡単な説明】

##### 【図 1】

第 1 の実施の形態の下り回線に関する適応アンテナ制御方法の制御シーケンスを示すシーケンス図である。

##### 【図 2】

第 1 の実施の形態の上り回線に関する適応アンテナ制御方法の制御シーケンスを示すシーケンス図である。

【図 3】

通信システムの構成例を示すブロック図である。

【図 4】

第 2 の実施の形態の下り回線に関する集中局の制御を示すフローチャートである。

【図 5】

第 2 の実施の形態の上り回線に関する集中局の制御を示すフローチャートである。

【図 6】

第 1 の実施の形態の下り回線の特性を示すグラフである。

【図 7】

第 1 の実施の形態の上り回線の特性を示すグラフである。

【図 8】

第 2 の実施の形態の特性を示すグラフである。

【図 9】

適応アンテナ装置の構成例を示すブロック図である。

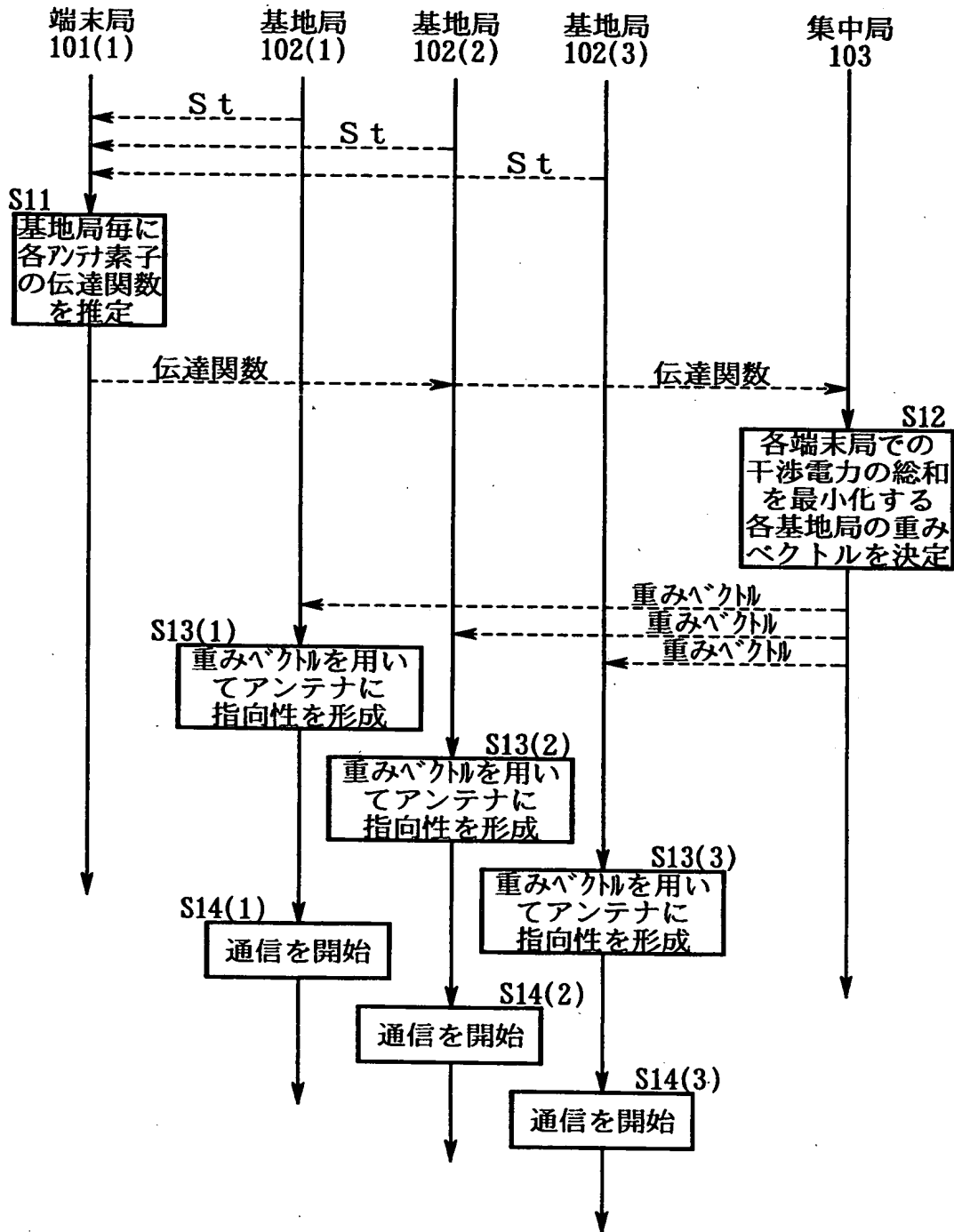
【符号の説明】

- 1 0 1 端末局
- 1 0 2 基地局
- 1 0 3 集中局
- 9 0 1 アンテナ素子
- 9 0 2 重み付け回路
- 9 0 3 重み制御装置
- 9 0 4 基準信号発生装置
- 9 0 5 分波合成器
- 9 1 2 重み付け回路
- 9 1 3 分配器

【書類名】 図面

【図 1】

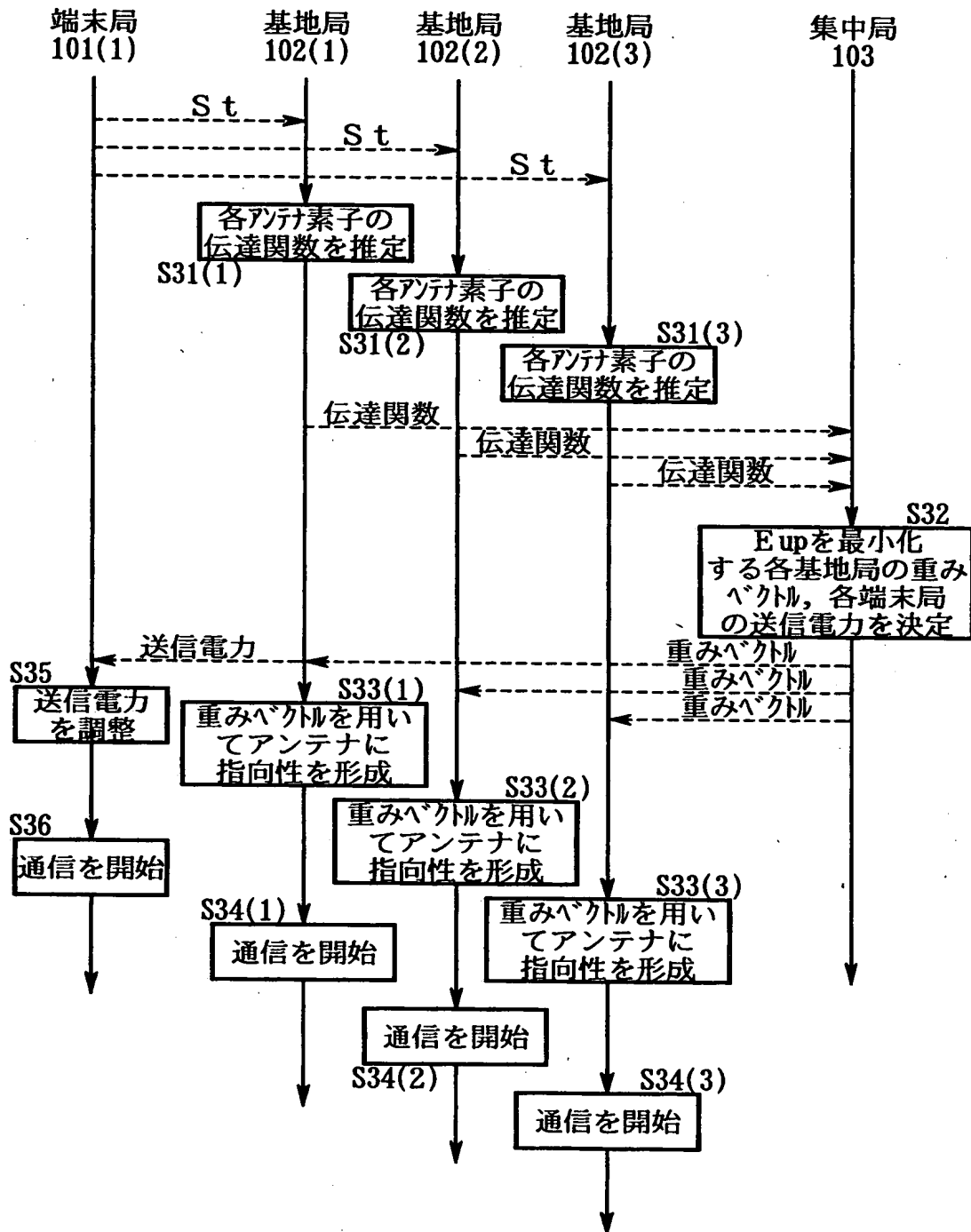
第 1 の実施の形態の下り回線に関する  
適応アンテナ制御方法の制御シーケンス





【図 2】

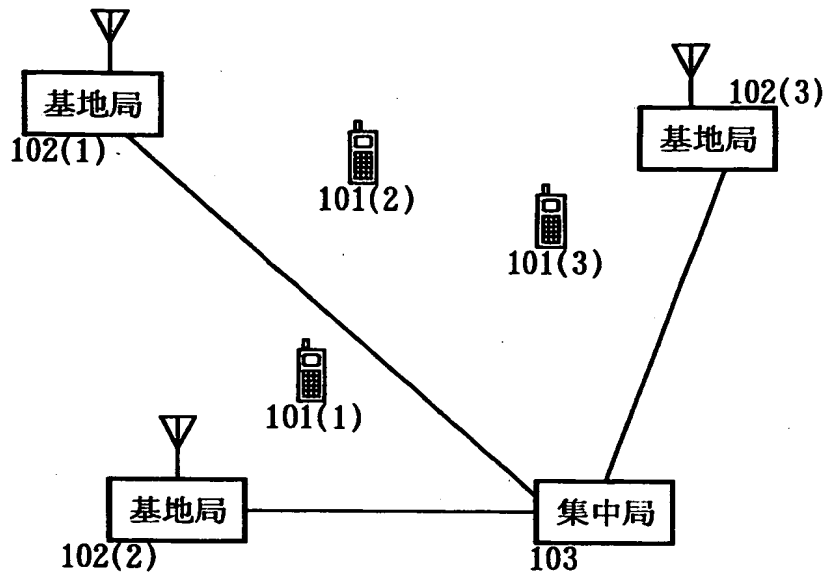
第 1 の実施の形態の上り回線に関する  
適応アンテナ制御方法の制御シーケンス



$E_{up}$  : 各基地局における干渉電力の総和

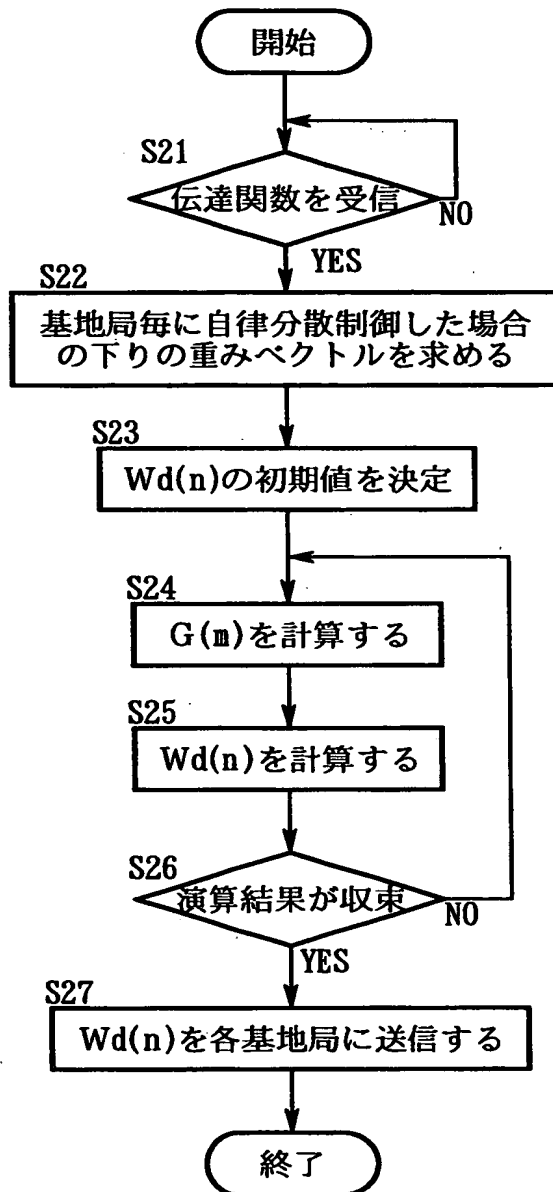
【図 3】

通信システムの構成例



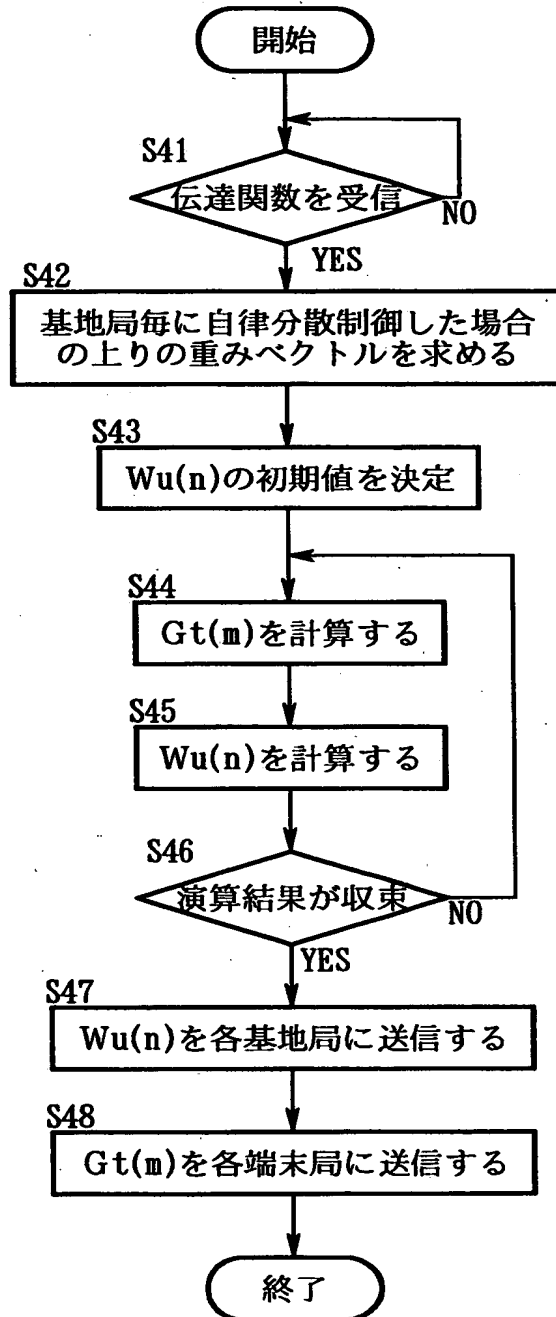
【図 4】

## 第 2 の実施の形態の下り回線に関する集中局の制御



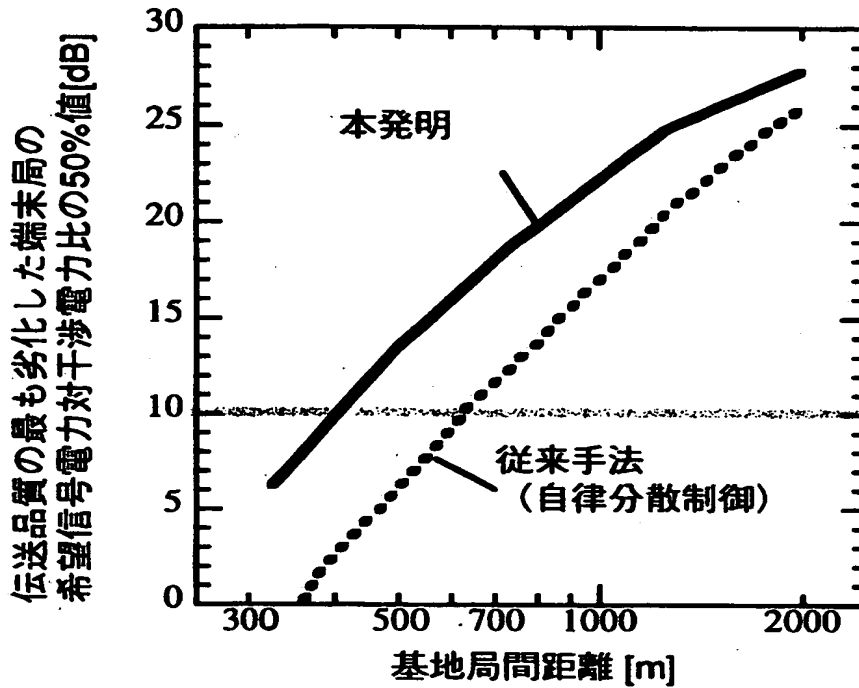
【図 5】

第 2 の実施の形態の上り回線に関する集中局の制御



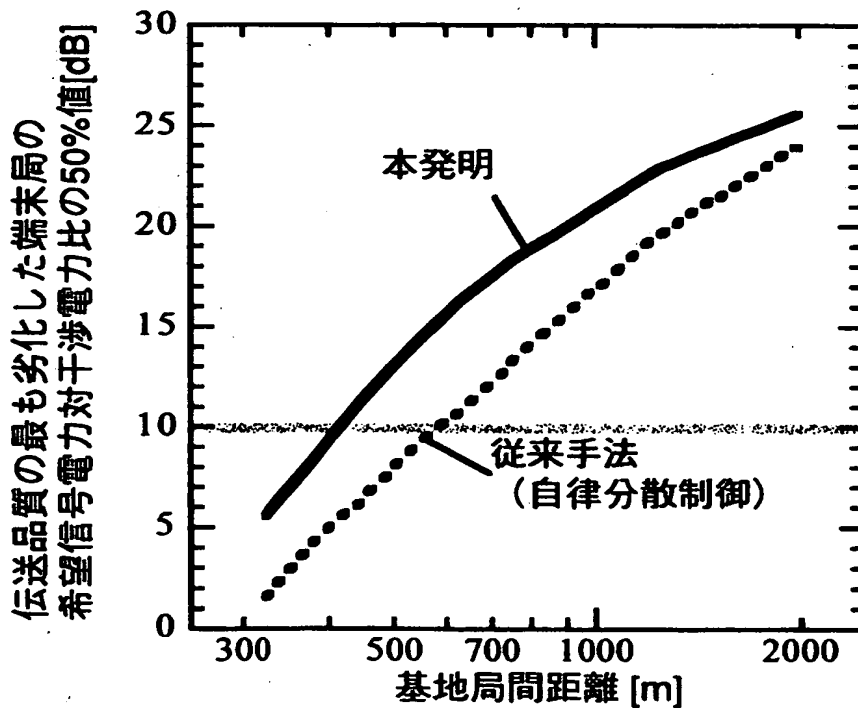
【図 6】

第 1 の実施の形態の下り回線の特徴



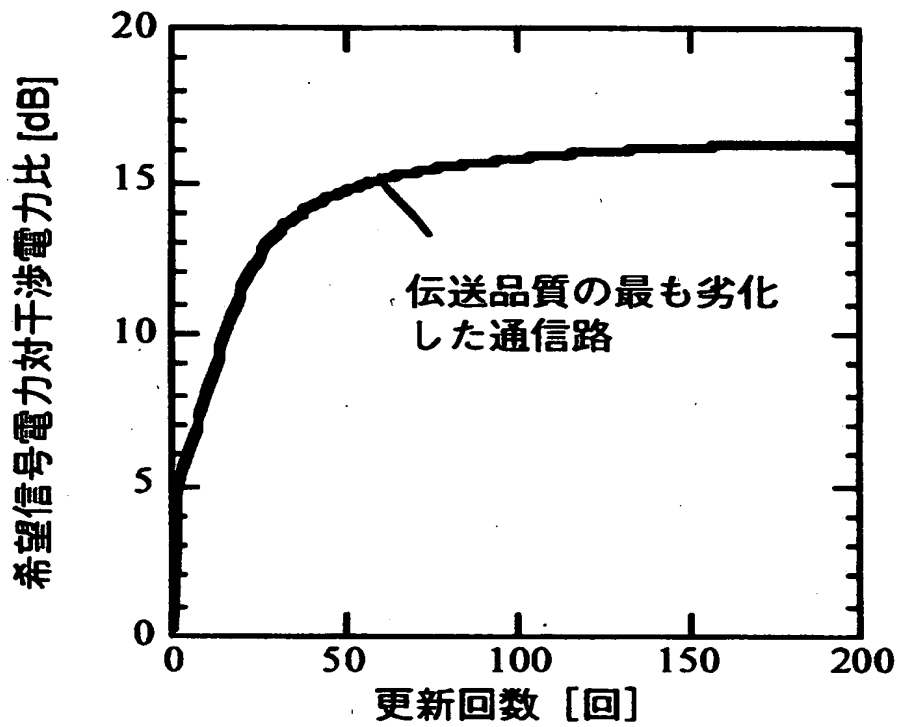
【図 7】

第 1 の実施の形態の上り回線の特徴



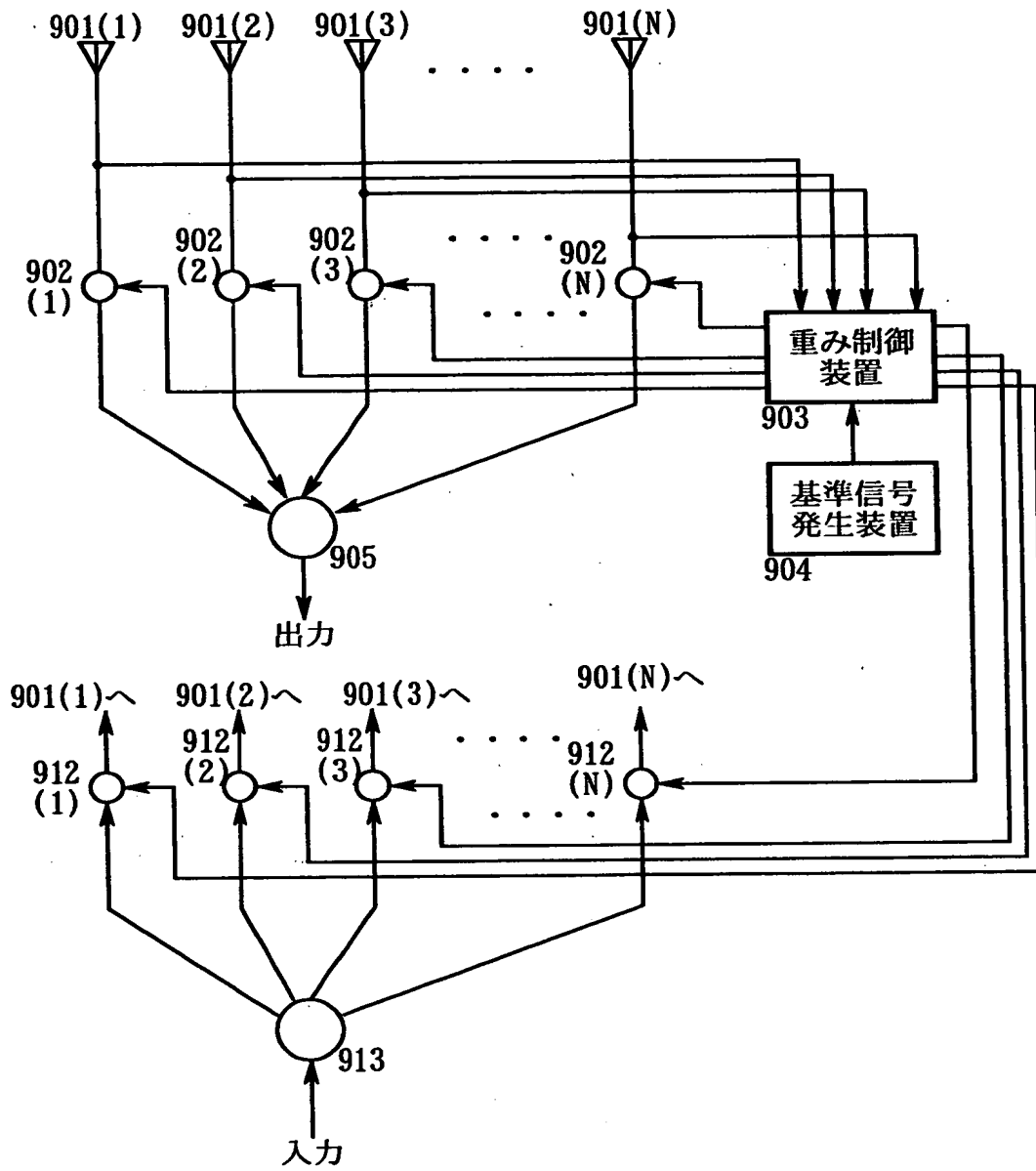
【図 8】

第 2 の実施の形態の特性



【図 9】

適応アンテナ装置の構成例



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 本発明は無線通信システムにおける周波数の利用効率の改善が可能な適応アンテナ制御方法を提供することを目的とする。

【解決手段】 適応アンテナ装置をそれぞれが含む複数の無線基地局と、複数の端末局とで構成される無線通信システムに利用される適応アンテナ制御方法であって、各々の端末局の受信に対して複数の無線基地局の各々からの送信信号が与える干渉波電力をそれぞれ推定し同時に同じ通信チャネルを利用する複数の無線基地局の全てに関する干渉波電力の総和が最小化されるように各々の無線基地局の適応アンテナ装置における重み付けをそれぞれ決定することを特徴とする。

【選択図】 図 1



出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000004226]

1. 変更年月日 1999年 7月15日

[変更理由] 住所変更

住 所 東京都千代田区大手町二丁目3番1号

氏 名 日本電信電話株式会社